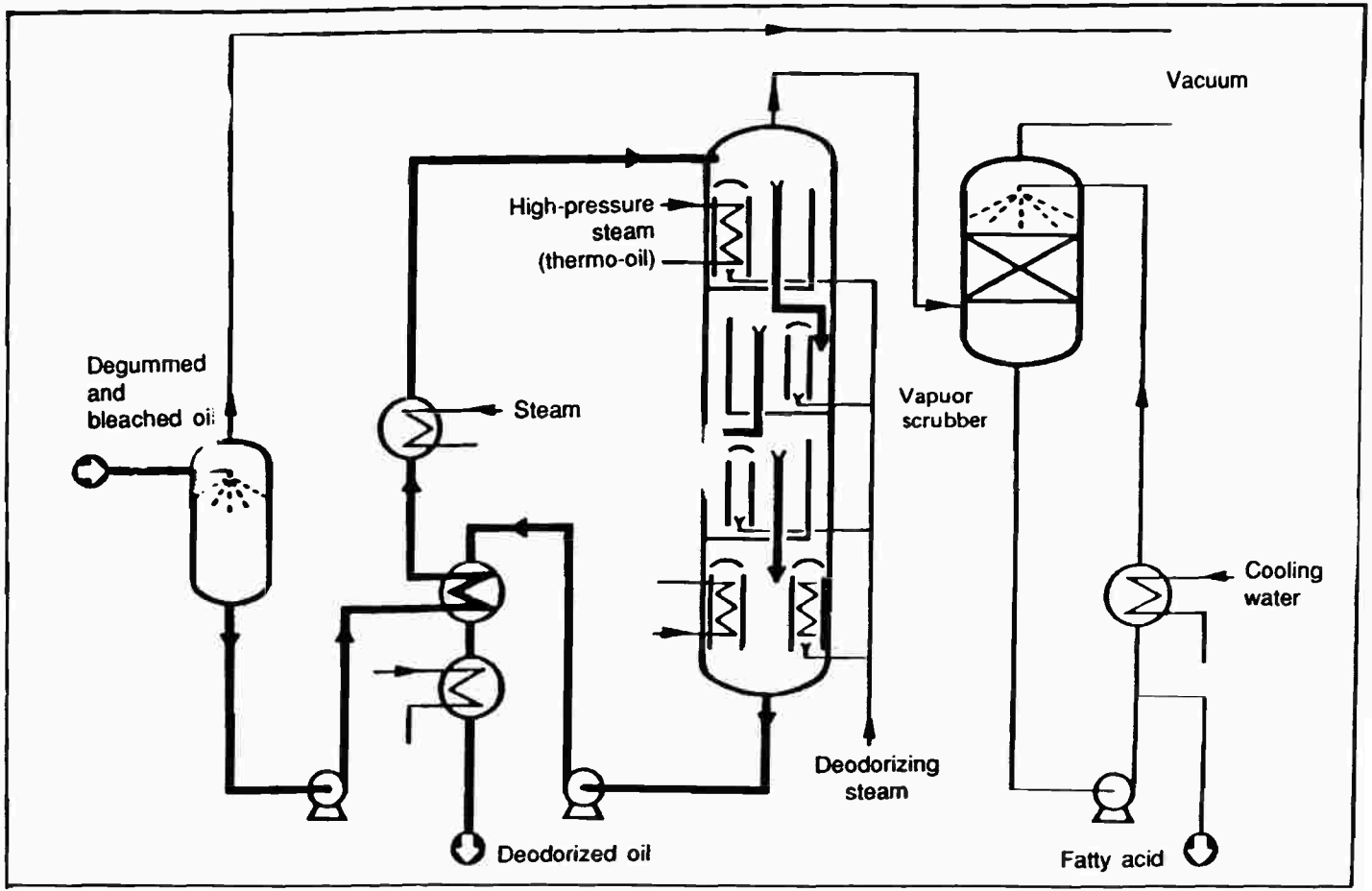
الباب الثالث

طرق تعديل الزيت الأصلى

Base Oil Modification Process

Physical Refining Deacidification by Distillation and Deodorization



طرق تعديل الزيت الأصلى

Base oil modification process

تحتاج بعض الزيوت النباتية إلى تعديل فى خواصها الطبيعية ، ومن ثم فى تركيبها الكيميائى ، والتى تتميز أساساً بواسطة الرقم اليودى أو درجة الانصهار ، لتحقق أهداف معينة مرغوبة هى :

١ ـ الخلط مع زيوت أو دهون أخرى .

٢ ـ إنتاج مركبات خاصة .

٣ ـ تدخل فى إنتاج وتصنيع مواد غذائية لم تكن تصلح لها وهى فى حالتها العادية .

٤ ـ تحل محل زيوت أو دهون أخرى غير متوفرة أو مرتفعة الثمن .

٥ ـ لأغراض صناعية جديدة ، يتطلبها التقدم الصناعى .

وبالنسبة لزيت النخيل ، نجد أنه يحتوى على كميات متساوية من الأحماض الدهنية المشبعة والأحماض الدهنية غير المشبعة كما يلى :

الأحماض الدهنية المشبعة (٥٠٪) :

٤٤٪ حمض بالمتيك .

٥٪ حمض استياريك

الأحماض الدهنية غير المشبعة (٥٠٪) :

٤٠٪ حمض أوليك .

١٠٪ حمض لينوليك .

العمليات الشائع استخدامها لإنتاج هذه الدهون الخاصة Specialty fats هى :

١ ـ التجزئة . Fractionation

٢ ـ الخلط . Blending

٣ ـ الأسترة الداخلية . Interesterification

٤ ـ الهدرجة . Hydrogenation

تعريف الدهون الخاصة :

هى أى زيت أو دهن ينتج من عملية أو أكثر من العمليات السابقة .

التجـــزئـة

Fractionation

نظرية التجزئة :

تحتوى الزيوت على جلسريدات ثلاثية مختلفة ، تختلف فيما بينها فى كل من :

أ ـ درجة الانصهار : وهى درجة الحرارة التى يبدأ عندها الجلسريد الثلاثى فى التحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة بارتفاع درجة الحرارة .

ب ـ درجة التبلور : وهى درجة الحرارة التى يبدأ عندها الجلسريد الثلاثى فى التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة المتبلورة بانخفاض درجة الحرارة.

ومما سبق نجد أن كل جلسريد ثلاثى له درجة حرارة معينة يبدأ عندها فى التبلور . ويبدأ فى التبلور الجلسريدات الثلاثية المرتفعة فى درجة الانصهار، وتنفصل عن الجلسريدات الثلاثية المنخفضة فى درجة الانصهار التى تظل سائلة عند نفس درجة الحرارة .

وبذلك ينفصل الزيت إلى :

١ ـ جزء صلب (الأستيارين) .

٢ ـ جزء سائل (أولين) .

وبالترشيح يمكن فصل هذين المكونين الرئيسيين عن بعضهما ، وتسمى هذه العملية بالتجزئة .

الطرق المستخدمة فى التجزئة :

توجد ثلاثة طرق رئيسية هى :

أ ـ التجزئة الجافة Dry fractionation .

ب ـ التجزئة بالمنظف Detergent fractionation .

جـ ـ التجزئة بالمذيب Solvent fractionation .

وفى ماليزيا تستخدم الطريقتان الأولى والثانية ، أما الطريقة الثالثة فهى مكلفة للغاية ، إلا أنه عند استخدامها على زيت نوى النخيل فإنها تعطى أستيارين عالى الجودة وبكمية كبيرة .

وبصفة عامة نجد أن :

١ ـ تجزئة زيت النخيل تعطى الكثير من أولين النخيل والقليل من أستيارين النخيل

والعكس مع زيت نوى النخيل .

٢ ـ طريقة التجزئة المستخدمة تحدد بعض الخواص الطبيعية والكيميائية للأولين والأستيارين الناتج وخاصة الأستيارين .

٣ ـ عند تعديل ظروف التشغيل أثناء التجزئة أو بإعادة التجزئة يمكن الحصول على مكونات أولين وأستيارين ذات خواص مختلفة قليلاً عن المكونات الأصلية .

٤ ـ بتنوع طرق التجزئة والظروف المستخدمة يمكن إنتاج مدى من الأستيارين له خواص طبيعية وكيميائية مختلفة .

التجزئة الجافة

Dry fractionation

وهى أكثر الطرق شيوعاً ، وتجرى كما يلى :

١ ـ قبل بدء تبلور الزيت يجب أن يحفظ عند درجة حرارة ٧٠° م بهدف :

أ ـ تكسير أى بلورات موجودة بالزيت .

ب ـ إخضاع التبلور فى جهاز التبلور إلى التحكم والسيطرة .

٢ ـ لتكوين ونمو البلورات يقلب الزيت ويبرد عن طريق تدوير الماء البارد داخل قميص أو ملفات تبريد . ويمكن ضبط التبريد بقياس درجة حرارة الزيت أو ماء التبريد .

٣ ـ عندما تصل درجة حرارة الزيت إلى الدرجة المطلوبة وهى فى العادة ٢٢° م يوقف التبريد . ويكون الزيت على صورة كتلة سميكة نصف صلبة semi-solid تسمى بالعجينة slurry محتوية على بلورات أستيارين داخل الأولين السائل ، ويصبح الزيت جاهزاً للترشيح.

وفى العادة تكون البلورات الكبيرة هى المطلوبة لتسهيل الترشيح .

٤ ـ تضخ العجينة باستمرار إلى جهاز الترشيح بطريقة منتظمة ومضبوطة .

أنواع المرشحات المستخدمة :

أ ـ مرشحات الاسطوانة الدوارة drum rotary (stock dale)

ب ـ مرشحات السير الصلب الذى لا يصدأ

stainless steel belt (Florentine)

ويعمل باستخدام طريقة الشفط تحت التفريغ لفصل الأولين السائل عن بلورات الأستيارين .

جـ ـ مرشحات ألواح الضغط filter press plate

وفى حالة استخدام شفط التفريغ للترشيح يكون الناتج العادى هو :

أ ـ ٦٥ ٪ ـ ٦٨ ٪ أولين .

ب ـ ٣٢ ـ ٣٥ ٪ أستيارين رخو soft stearin ويحتوى على بعض الأولين.

انظر (جدول ١) التالى :

(جدول ١) خواص نواتج التجزئة الجافة

المواصـــــفات	أولين نخيل	أستيارين نخيل رخو
نقطة التغبش	٨ ـ ١٠	ـ
الرقم اليودى (ويجز)	٥٦ ـ ٥٩	٤٢ ـ ٤٦
درجة الانصهار	٢٢ ـ ٢٤	٤٨ ـ ٥٢

ولإزالة الأولين المحبوس من الأستيارين الرخو تعرض أقراص الاستيارين stearin cake للضغط ، ويستخدم هنا نوع آخر من المرشحات يسمى بفلتر الضغط الغشائى mem-brance filter press ، حيث يستخدم الضغط على الجوانب الغشائية المرنة للحجرات لعصر الأولين المحبوس . وفى هذه الحالة يصل الأولين الناتج إلى ٧٥ ـ ٧٨ ٪ دون تغير فى نوعيته .

أما الأستيارين الناتج فيكون أكثر صلابة (انظر جدول ٢)

(جدول ٢) أستيارين نخيل ناتج الفلاتر الغشائية

الرقم اليودى (ويجز)	٣٣ ـ ٣٧
درجة الانصهار	٥٢ ـ ٥٤

ولإنتاج أولين عالى الرتبة supper - olen . مرتفع الرقم اليودى ، ومنخفض فى

درجة التغبش تتبع ظروف مختلفة من التشغيل باستخدام مرحلة واحدة أو أكثر من مراحل التجزئة .

انظر (جدول ٣) .

(جدول ٣) أولين عالى الرتبة من زيت النخيل باستخدام التجزئة الجافة .

الرقم اليودى	٦٠ ـ ٦٦
درجة التغبش م°	٣ ـ ٦
درجة الانصهار م°	١٣ ـ ١٦

التجزئة بالمنظف

Detergent Fractionation

تجرى هذه الطريقة على الزيت الخام فقط والطريقة الأكثر شعبية هى طريقة الفالافال.

وفى هذه التجزئة يضاف منظف مكون من :

أ ـ الكتروليت : (كبريتات ماغنسيوم) ويعمل على تجميع قطرات الزيت المتكونة أثناء الخلط .

ب ـ منظف (محلول صوديوم لوريل سلفات) يساعد عملية التجزئة حيث يرطب بلورات الأستيارين ويزيح الأولين المحبوس .

الخطوات :

١ ـ يبرد الزيت داخل جهاز التبريد بماء مبرد كما هو متبع فى طريقة التجزئة الجافة ويسمح للزيت بالتبلور .

٢ ـ عندما تصل درجة حرارة الزيت إلى ٢٢° م تقريباً تجرى عملية التجزئة على الزيت النصف صلب بإضافة المحلول المائى المكون من المنظف والالكتروليت وهو على نفس درجة حرارة الزيت .

٣ ـ تجرى عملية الفصل باستخدام جهاز الطرد المركزى ويكون ناتج الفصل صنفين هما :

أ ـ صنف أقل كثافة وهو الأولين مع آثار من المنظف .

ب ـ صنف أكبر كثافة وأسهل فى الفصل بالطرد المركزى وهو الأستيارين مع المنظف .

بعد الفصل يغسل الأولين ثم يجفف ويرسل إلى المخزن .

أما الأستيارين فيصهر بالتسخين ، ثم يفصل عن المنظف بالطرد المركزى، ويغسل الأستيارين ويجفف ويخزن . ويعاد استخدام المنظف مرة أخرى .

وقد يباع الأولين الخام أو الأستيارين الخام الناتجان أو يجرى عليهما عملية التكرير المتبعة لتحويلهما إلى رتب غذائية .

خواص نواتج التجزئة بالمنظف

المواصـــــفات	أولين نخيل	أستيارين نخيل
نقطة التغبش	٨ ـ ١٠	ـ
الرقم اليودى (ويجز)	٥٦ ـ ٥٩	٣٨ ـ ٤٢
درجة الانصهار °م	ـ	٥٠ ـ ٥٥

التجزئة بالمذيب

solvent fractionation

وهى طريقة غير اقتصادية بسبب تكلفتها العالية التى ترجع إلى :

ـ مظاهر الأمان الصارمة .

ـ معدات استرجاع المذيب التى تضاف إلى الوحدة .

ـ تكلفة التشغيل العالية المتمثلة فى الأفراد المهرة والتشغيل الإضافى لاستعادة المذيب

وليس من المستغرب أن نعرف أنه فى عام ١٩٨١م توقفت عن التشغيل وحدتان من وحدات التجزئة بالمذيب الثلاثة بماليزيا . بينما تحولت الوحدة الثالثة إلى إنتاج منتجات تجزئة عالية القيمة مثل : المشتق الوسط للنخيل (PMP) palm mid fraction

وتعتمد الطريقة على خلط الزيت بواحد من مذيبين عضويين هما : الهكسان أو الأسيتون بنسبة ١ : ٣ .

الخطوات :

١ ـ يضخ خليط الزيت مع المذيب داخل وعاء التبلور .

٢ ـ يبرد الوعاء باستخدام الماء المبرد ـ وعندما يتطلب التبلور درجة حرارة منخفضة يستخدم محلول الملح للتبريد .

٣ ـ بعد حدوث التبلور ترشح الميسلا المحتوية على الزيت المتبلور جزئياً مع المذيب ، ويستخدم شفط التفريغ لفصل الأولين عن الأستيارين .

٤ ـ كل على حدة يضخ إلى وحدات استرجاع المذيب ما يلى :

أ ـ الأولين مع المذيب .

ب ـ الأستيارين مع الزيت .

حيث يفصل المذيب لإعادة استخدامه . وتصل نسبة الأولين التى يتم الحصول عليه إلى ٨٠ ـ ٨٣ ٪ .

وإذا دعت الحاجة إلى إنتاج منتجات خاصة ثنائية التجزئة ، يعاد الأولين إلى الوحدة لإنتاج :

أ ـ أولين ثنائى التجزئة أو أولين عالى الجودة super olein .

ب ـ المشتق الوسط للنخيل .

تجزئة زيت النخيل بمذيب الأستيون

(نسبة الأسيتون إلى الزيت = ٤ : ١)

زيت نخيل خام :

أ ـ الرقم اليودى = ٥١ ـ ٥٥ المتوسط ٥٣ .

ب ـ درجة الانصهار = ٣١ ـ ٣٨° م المتوسط ٣٤° م .

جـ ـ حمض بالمتيك = ٤٢ ـ ٤٧ ٪ المتوسط ٤٤ ٪

تبلور بالتبريد إلى صفر° م | ثم فصل بالترشيح

(التجزئة الأولى)

١ ـ الجزء السائل : أولين عالى الجودة
ـ منخفض درجة الأنصهار أقل من ١٥° م
ـ الرقم اليودى أكبر من ٦٥ .
ـ حمض البالمتيك = ٣٥ ٪ تقريباً .
ـ الإنتاج أكبر من ٦٠ ٪ (٨٥ ـ ٩٠ ٪) .

الجزء الصلب : أستيارين (١٠ ـ ١٥ ٪)
يعاد تسخينه إلى ٤٠° م
ويضاف إليه المزيد من الأسيتون (أسيتون إلى زيت = ٤ : ١)

(التجزئة الثانية)

تبلور إلى ٢٠ ـ ٢٤° م ، ثم فصل بالترشيح

٢ ـ المشتق الأوسط للنخيل mid fraction
ـ الرقم اليودى = ٣٢ ـ ٣٦ .
ـ درجة الانصهار = ٣٠ ـ ٣٥° م
ـ حمض بالمتيك = ٦٠ ٪ تقريباً .
ـ الإنتاج = ٢٥ ـ ٣٠ ٪ .

٣ ـ مشتق الأستيارين مرتفع درجة الانصهار.
ـ الرقم اليودى = أقل من ١٠ .
ـ درجة الانصهار = ٥٥ ـ ٦٠° م
ـ حمض بالمتيك = أكبر من ٨٠ ٪ .
ـ الإنتاج = أقل من ١٠ ٪ .

درجات مشتقات زيت النخيل المختلفة حسب طريقة التجزئة

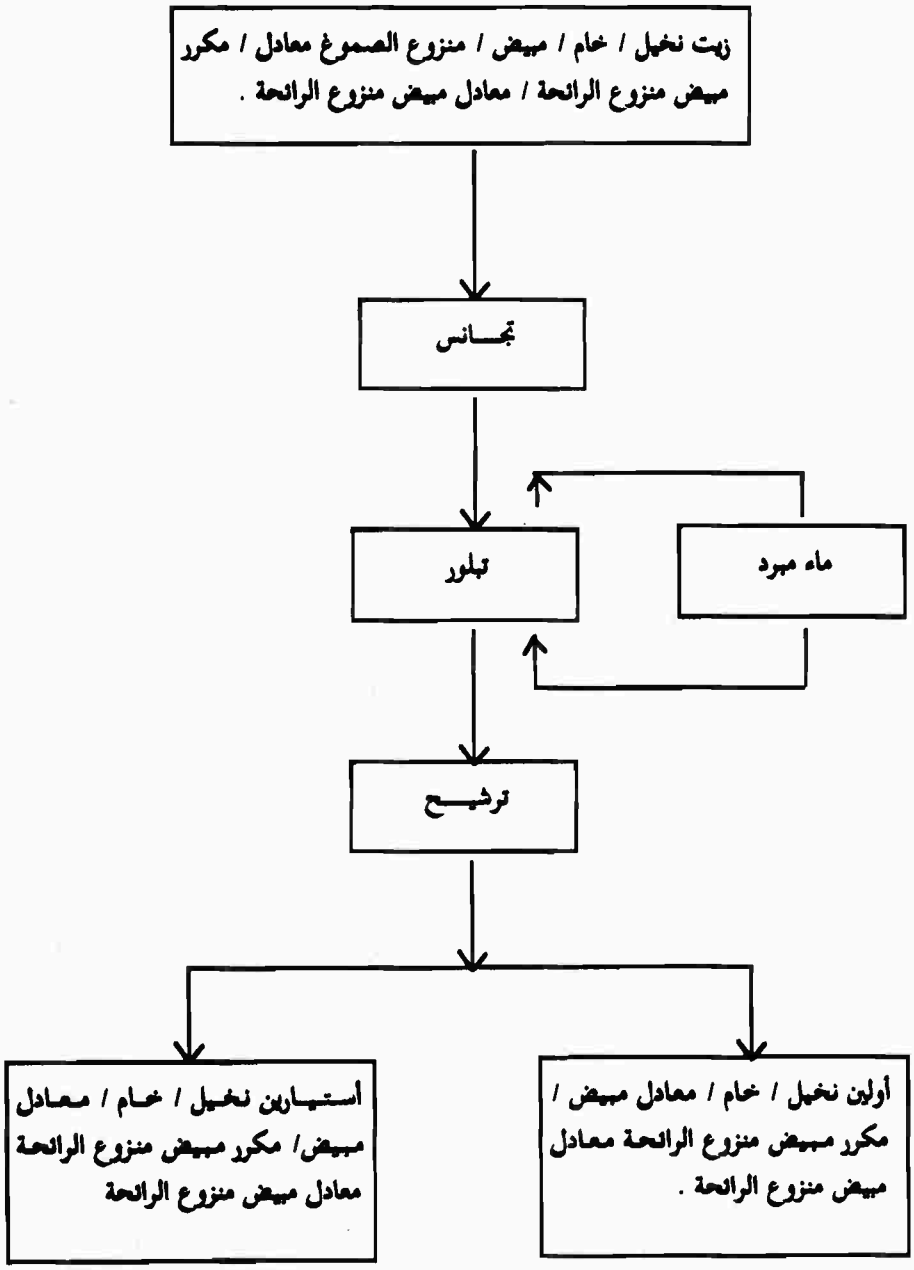
م	الدهن	درجة الانصهار	الرقم اليودى	نقطة التعبش	حمض بالمتيك ٪	طريقة التجزئة
١	أولين عالى الرتبة	أقل من ١٥م	أكبر من ٦٥	-	٣٥٪ تقريباً	تجزئة بالمذيب
٢	أولين عالى الرتبة	١٣ ـ ١٦	٦٠ ـ ٦٦	٣ ـ ٦	-	-
٣	أولين عالى الرتبة	١٨	٦٣	٥		
٤	أولين نخيل	٢٢ ـ ٢٤	٥٦ ـ ٥٩	٨ ـ ١٠		تجزئة بالمنظف
٥	زيت نخيل	٣١ـ٣٨ (٣٤)	٥١ـ٥٥ (٥٣)		٤٢-٤٧(٤٤٪)	
٦	مشتق أوسط نخيل	٣٢ ـ ٣٦	٣٠ ـ ٣٥		٦٠٪	تجزئة بالمذيب
٧	أستيارين نخيل	٤٤	٤٨			
٨	أستيارين نخيل رخو	٤٨ ـ ٥٢	٤٢ ـ ٤٦			
٩	أستيارين نخيل صلب	٥٠ ـ ٥٥	٣٢ ـ ٣٨			تجزئة بالمنظف
١٠	أستيارين نخيل صلب	٥٥ ـ ٦٠	أقل من ١٠		أكبر من ٨٠٪	تجزئة بالمنظف

وفيما يلى جدول يبين أنواعاً مختلفة من الأستيارين الذى أمكن الحصول عليها بعملية التجزئة وصورها الخاصة بمحتوى الدهن الصلب .

«جدول يبين صور الأستيارين المختلفة بعد عملية التجزئة »

	الرقم اليودى	٧,٧	٦,٣	٥,٦
محتوى الدهن الصلب	١٠م	٩٠,١	٩١,٨	٩٣,-
	١٥م	٨٧,٥	٩٠,-	٩١,٣
	٢٠م	٨١,١	٨٥,١	٨٧,٥
	٢٥م	٦٥,٥	٦٩,٤	٧٢,٤
	٣٠م	٢٩,	٣٧,٥	٤٢,٧
	٣٥م	-	-	٠,٣
	٤٠م	-	-	--

التجزئة الطبيعية



تجزئة زيت نوى النخيل

fractionation of palm kernel oil

يتم تجزئة زيت نوى النخيل بنفس طرق التجزئة المتبعة لزيت النخيل وبنفس الأسس المطبقة فى التشغيل .

وكما ذكر من قبل عند تجزئة زيت نوى النخيل يكون الأستيارين هو المنتج المستثنى ، حيث تصل نسبته إلى ٢٠ ـ ٤٠ ٪ ، أى بإنتاجية وجودة عالية .

وتتضمن الطريقة الرابعة الضغط الهيدروليكى hydraulic pressing للأقراص المبردة.

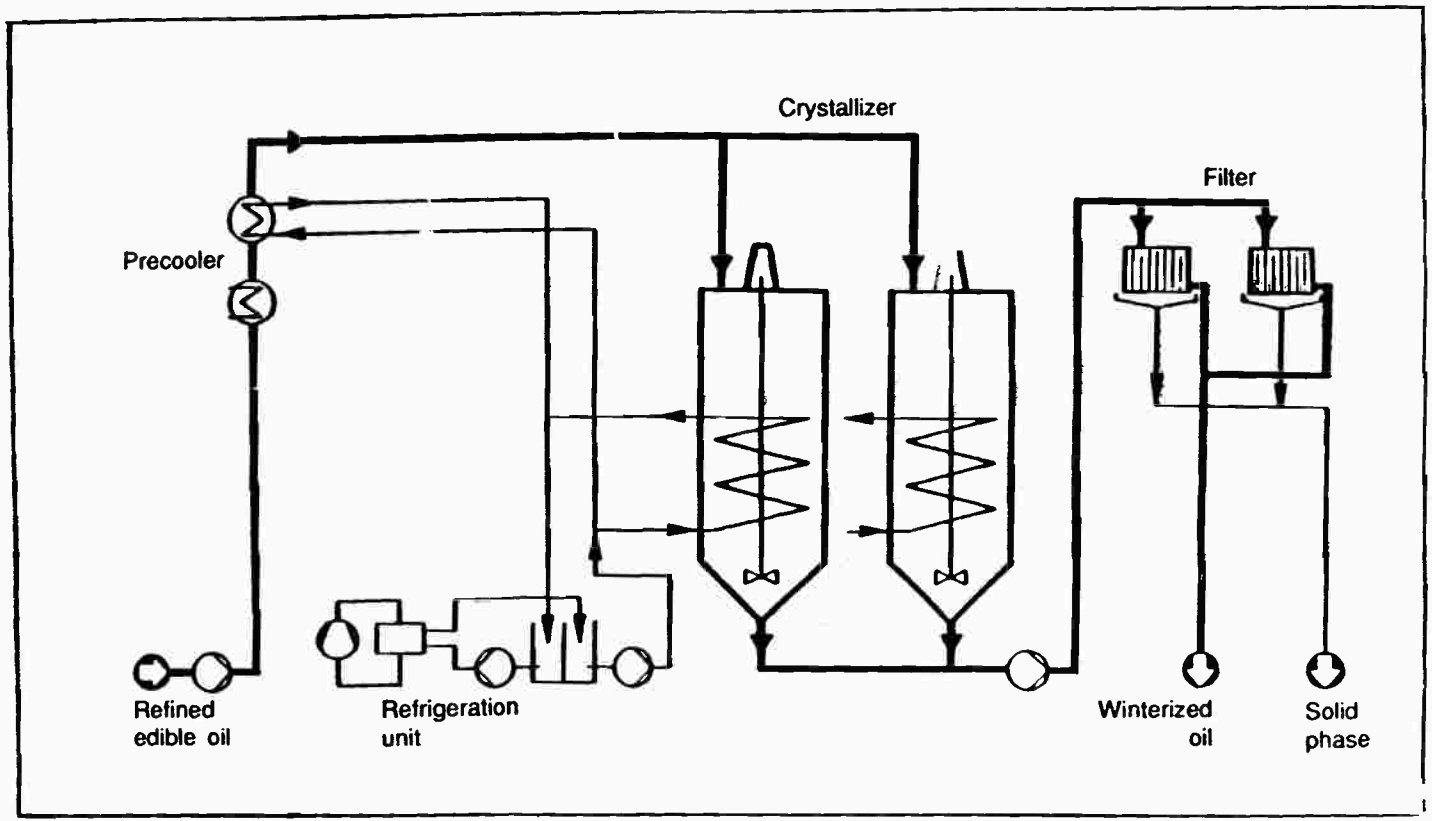
محتوى الدهن الصلب لنوعى من الأستيارين ونوى النخيل :

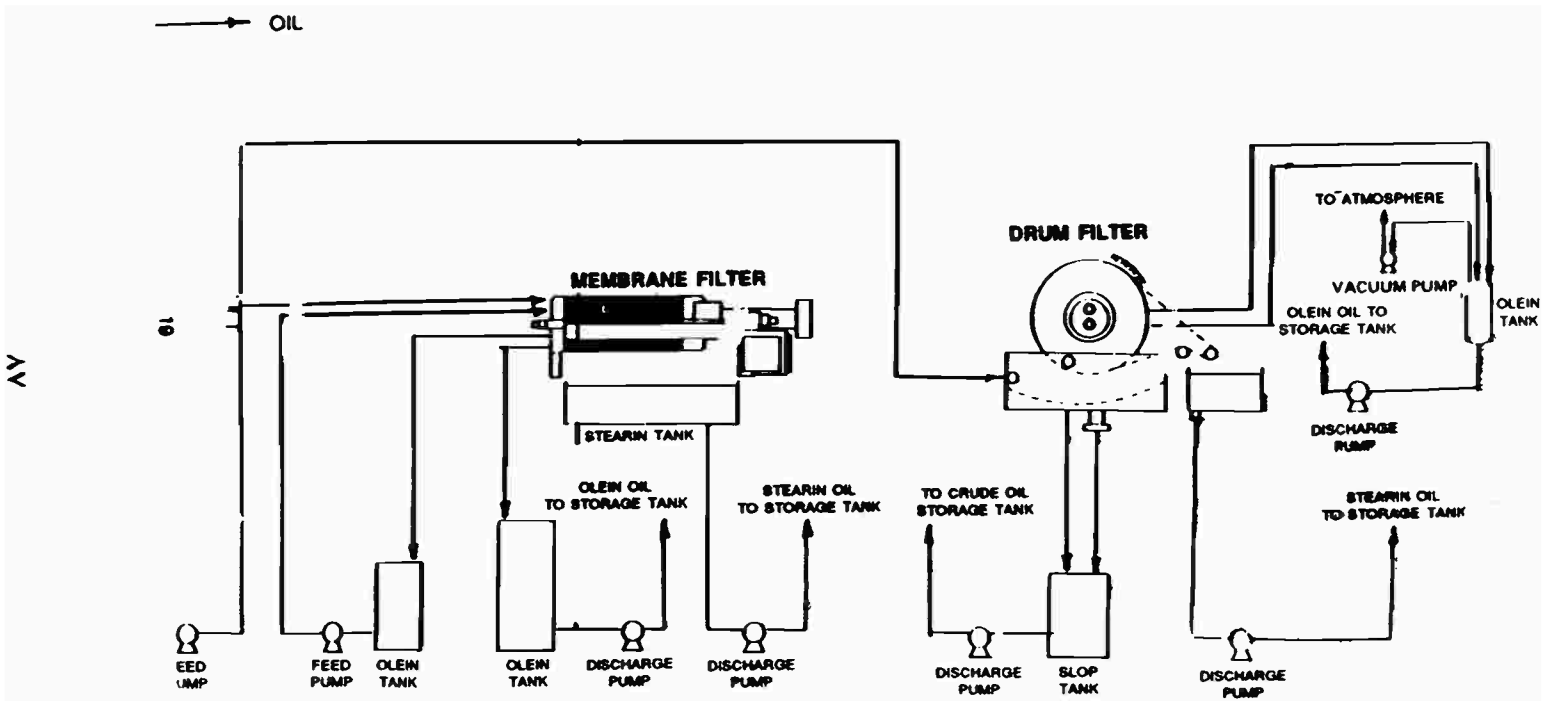
	الرقم اليودى	٢٦,١	٢٤,٥
محتوى الدهن الصلب	١٠م	٥٠,٨	٥٣,٢
	١٥م	٣٢,٨	٣٤,-
	٢٠م	١٢,٣	١٣,٧
	٢٥م	٠,٢	-
	٣٠م	—	-

ملحوظة:

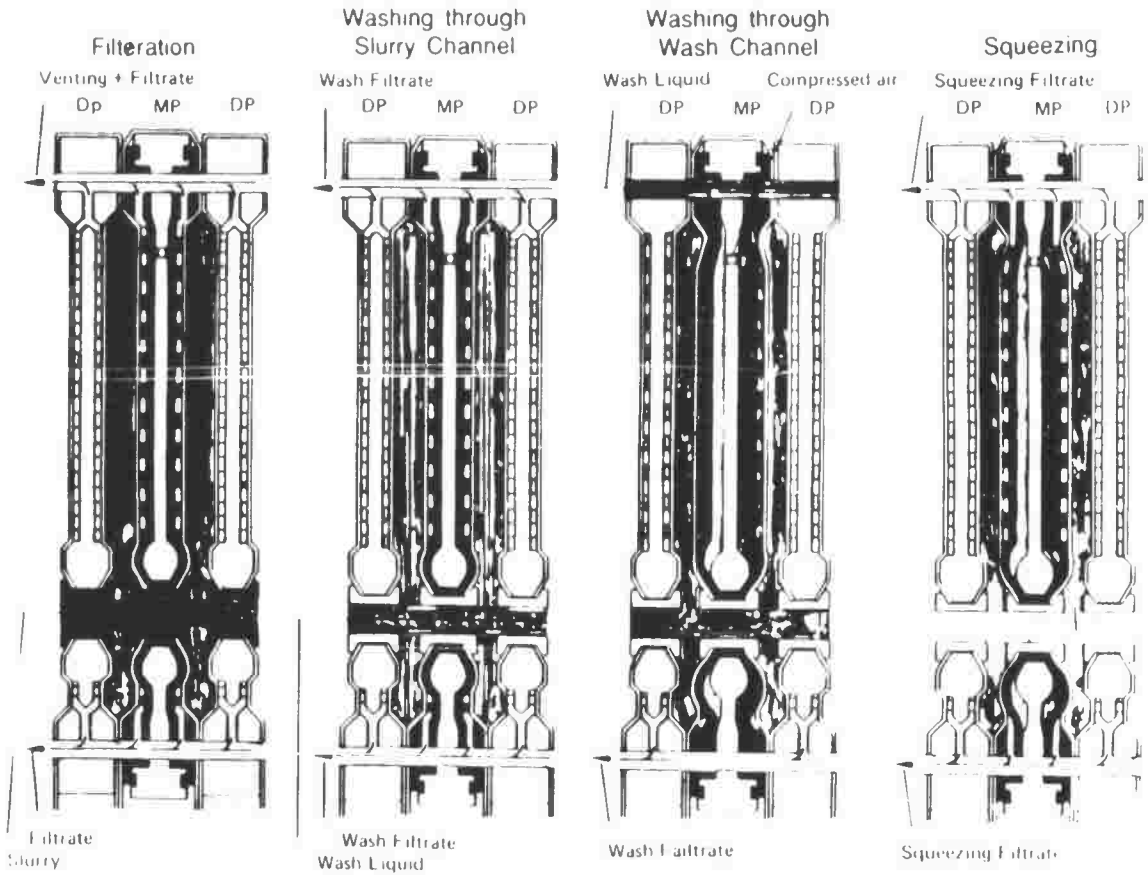
يتبين بوضوح محتوى الدهن الصلب / درجات الحرارة الاختلاف فى الخواص الطبيعية التى يمكن الحصول عليها عن طريق التجزئة .

Fractionation (Dry)

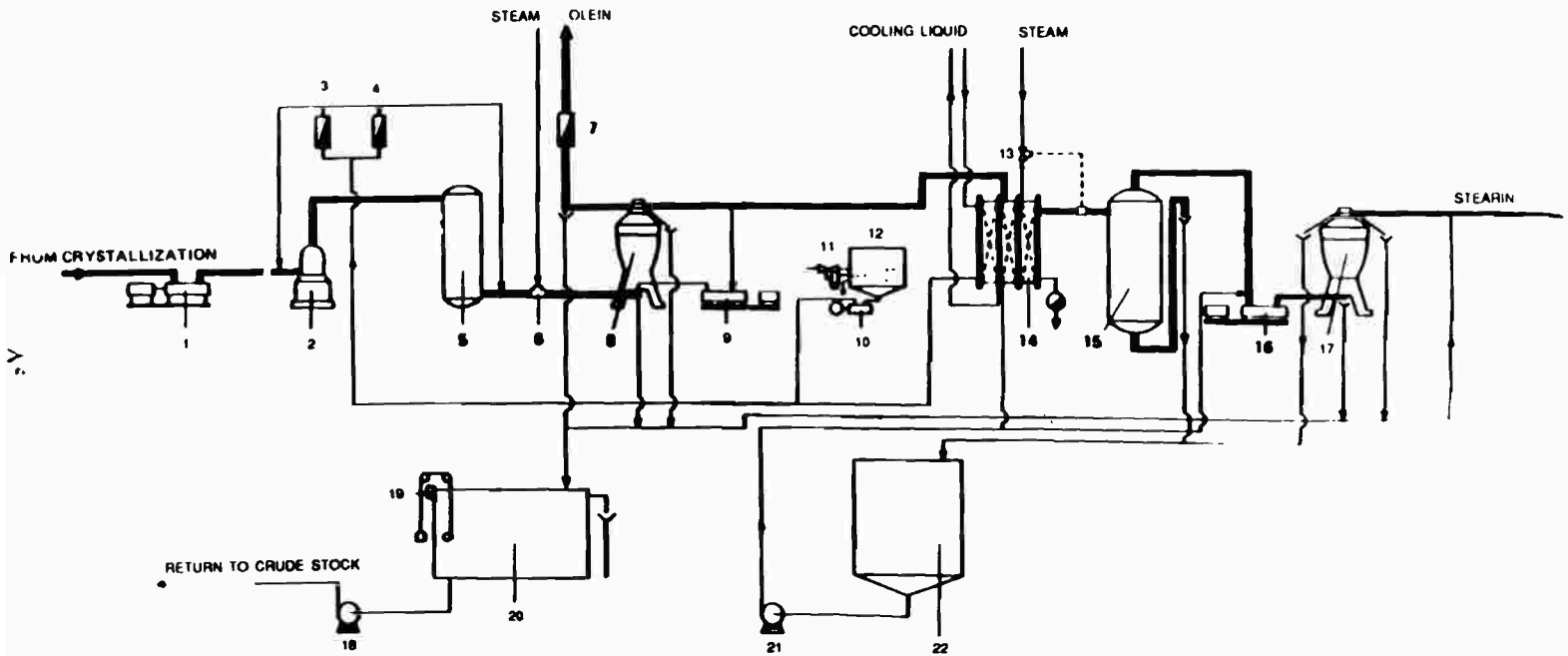



OIL
MEMBRANE FILTER
DRUM FILTER
TO ATMOSPHERE
VACUUM PUMP
OLEIN OIL TO STORAGE TANK
OLEIN TANK
STEARIN TANK
OLEIN OIL TO STORAGE TANK
STEARIN OIL TO STORAGE TANK
TO CRUDE OIL STORAGE TANK
DISCHARGE PUMP
STEARIN OIL TO STORAGE TANK
FEED PUMP
FEED PUMP
OLEIN TANK
OLEIN TANK
DISCHARGE PUMP
DISCHARGE PUMP
DISCHARGE PUMP
SLOP TANK
DISCHARGE PUMP

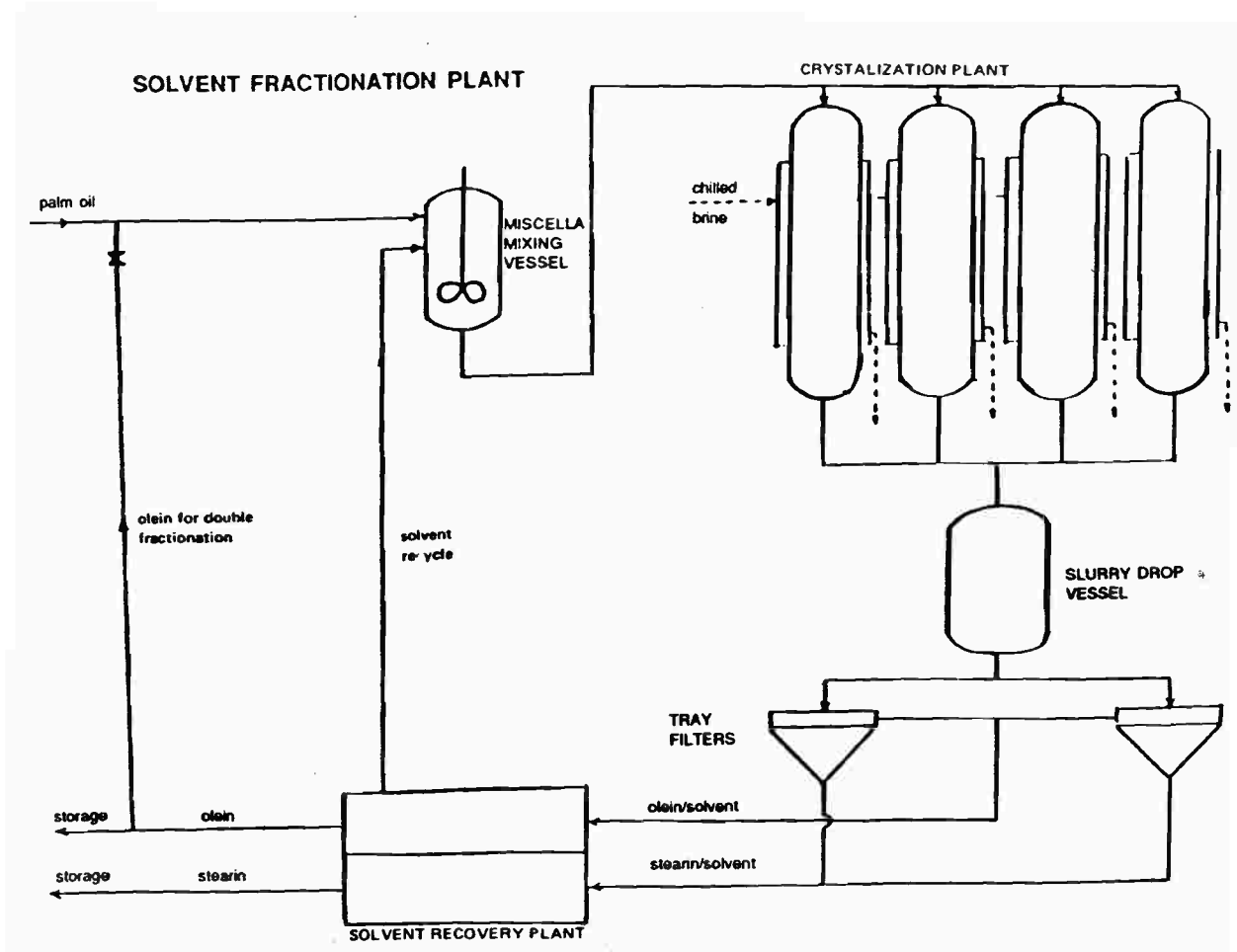
Process Steps of Membrane Technology



CONTINUOUS DETERGENT FRACTIONATION



1 FEED PUMP
2 KNIFE MIXER
3 DETERGENT FLOW METER
4 DETERGENT FLOW METER
5 PADDLE MIXER
6 DIRECT STEAM INJECTOR
7 OLEIN FLOW METER
8 SEPARATOR
9 RECIRCULATION PUMP
10 DETERGENT PUMP
11 TEMPERATURE CONTROLLER
12 DETERGENT TANK
13 TEMPERATURE CONTROLLER
14 PLATE HEAT EXCHANGER
14 INTERMEDIATE TANK
16 TRANSFERRING PUMP
17 SEPARATOR
18 SLOP PUMP
19 LEVEL CONTROLLER
20 CATCH BASIN PUMP
21 DETERGENT PUMP
22 DETERGENT TANK


SOLVENT FRACTIONATION PLANT
CRYSTALIZATION PLANT
palm oil
MISCELLA
MIXING
VESSEL
chilled
brine
olein for double
fractionation
solvent
re-cycle
SLURRY DROP
VESSEL
TRAY
FILTERS
storage
olein
olein/solvent
storage
stearin
stearin/solvent
SOLVENT RECOVERY PLANT

الخلـــط

Blending

الخلط عملية هامة تعتمد على خلط نوعين أو أكثر من الزيوت أو الدهون بهدف الحصول على خواص طبيعية جديدة للخليط المتكون .

ويعتقد الكثيرون خطأ أن الخواص الطبيعية الجديدة للخليط تتناسب مع الكميات المضافة بالوزن لكل منهما . ويوضح هذا الخطأ التأثير الأيوتكتى المتبادل بينهما .

ويستفاد من ظاهرة التأثير الأيوتكتى المتبادل للخليط الدهنى عند الحاجة لإنتاج دهون خاصة تستخدم فى صناعة الشورتننج والزبد الصناعى .

الأسترة الداخلية

Interestrification

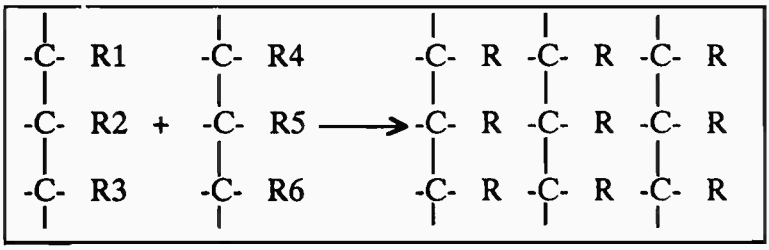
تستخدم هذه الطريقة لتحضير دهون تستخدم لأغراض خاصة ، فمن المعروف أن الخواص الطبيعية للزيوت والدهون تعتمد على التركيب البنائى Structure للجلسريدات الثلاثية الموجودة ، وبالأصح تركيب Composition الحمض الدهنى .

ولتغير الخواص الطبيعية للزيوت أو الدهون يتم إعادة توزيع الأحماض الدهنية داخل جزىء الجلسرول باستخدام عامل مساعد (حافز) وبدون تغيير تركيب الحمض الدهنى للزيوت والدهون وتسمى هذه العملية بالأسترة .

وتعتمد الأسترة على أن توزيع الأحماض الدهنية عند جزئيات الجلسرول داخل الجلسريدات الثلاثية الطبيعية تتبع بعض القواعد Rules تعرف بالتوزيع المقيد للعشوائية Restricted random distribution ، وهو يمنع أسترة (توزيع) الأحماض الدهنية عشوائياً ، وتمكننا هذه القواعد من التنبؤ بتركيب الجلسريد الثلاثى عن طريق صور Pro-file الأحماض الدهنية للزيوت والدهون .

وكما سبق ذكره تحتاج إلى عامل مساعد يشارك فى تركيب معقد نشط Active complex لتفاعل آخر . بخلاف وظيفة العامل المساعد المستخدم فى حالة الهدرجة الذى يسهل التفاعل فقط . ولكى نحصل على زيت صالح للاستهلاك الآدمى يجب إزالته بعد التشغيل .

وفيما يلى توضيح للميكانيكية المبسطة للتفاعل :



حيث تكون :

R6 , R5 , R4 , R3 , R2 , R1 هى أحماض دهنية مختلفة ، ويمكن لزيتين مختلفين إنتاج ثلاثة اتحادات محتملة للجلسريدات الثلاثية ، والأشكال التالية توضح الأسترة الداخلية التى أجريت لتغيير خواص مخاليط زيت النخيل مع زيت نوى النخيل .

والأشكال التالية توضح الأسترة الداخلية التى أجريت لتغيير خواص مخاليط زيت النخيل مع زيت نوى النخيل

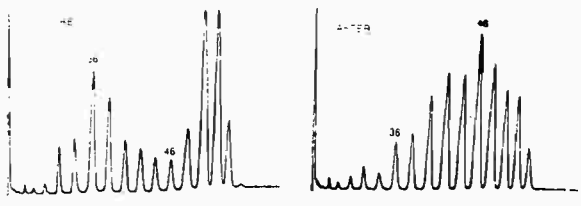


Figure 4 Interesterification of a Mixture of Palm & Palm Kernel Oils 50:50

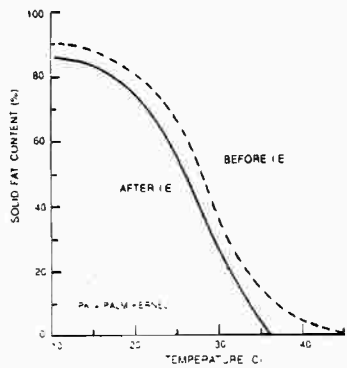


Figure 5 Solid Fat Contents of Fully Hydrogenated PK Oil Before and After Interesterification IE

الهدرجـة أو التصـلب

Hydrogenation "Hardening"

تتكون الزيوت والدهون من عناصر :

ـ الكربون .

ـ الأيدروجين .

ـ الأكسجين.

ومن هذه العناصر يتشكل مكونان هامان فى الزيوت والدهون هما :

ـ الأحماض الدهنية .

ـ الجلسرول .

وإذا اتحد الجلسرول مع حمض دهنى واحد سمى «بالجلسريد الأحادى» ، وإذا اتحد الجلسرول مع حمضين دهنيين سمى «بالجلسريد الثنائى» ، وإذا اتحد الجلسرول مع ثلاثة أحماض دهنية سمى «بالجلسريد الثلاثى» .

وأغلب الزيوت والدهون الطبيعية سواء كانت نباتية أو حيوانية الأصل عبارة عن جلسريدات ثلاثية .

وتختلف الأحماض الدهنية فيما بينها من حيث :

١ ـ طول السلسلة : فقد تكون قصيرة أو متوسطة أو طويلة .

٢ ـ درجة التشبع : فقد تكون :

أ ـ مشبعة (صلبة عند درجة حرارة الغرفة) وهى الأحماض التى تحتوى على كل الأيدروجين الممكن اتحاده ، وسلاسل هذه الأحماض الدهنية تبدو مستقيمة لا تحتوى على أى انحناءات Kinks داخلها .

ب ـ غير مشبعة (سائلة عند درجة حرارة الغرفة) ومنها :

ـ أحادية عدم التشبع : وهى التى بها موضع واحد خالٍ من الأيدروجين مكونة رابطة ثنائية واحدة .

ـ عديدة عدم التشبع : وهى التى بها موضعان أو أكثر خالية من الأيدروجين ، مكونة رابطتين أو أكثر من الروابط الثنائية .

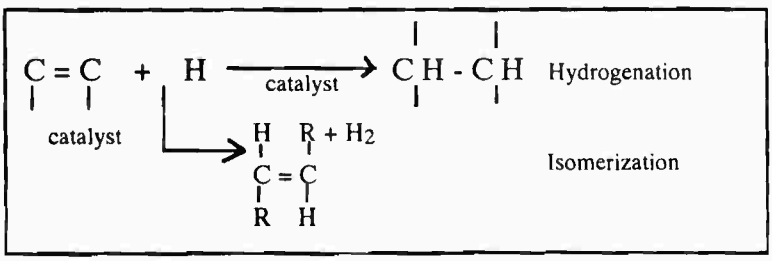
وسلاسل هذه الأحماض غير المشبعة تظهر انحناءات أو التواءات عند هذه المواضع التى تفقد عندها الأيدروجين .

ويمكن أن تحتوى الزيوت والدهون على عدة أنواع مختلفة من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة .

وبإضافة غاز الأيدروجين إلى بعض الروابط المزدوجة فى الأحماض الدهنية غير المشبعة ، فإنها تتشبع ويتكون دهن أكثر صلابة أى يتحول من الصورة السائلة إلى الصورةنصف الصلبة Semi-Solid أو الصلبة حسب درجة التشبع ، وتسمى هذه العملية بالهدرجة وتتم فى وجود عامل مساعد .

وأثناء خفض عدد الروابط المزدوجة يحدث فى نفس الوقت تشجيع لبلمرة الأحماض الدهنية الباقية .

ويمكن توضيح التفاعل الأساسى كما يلى :



ويتكون هذا النظام المعقد من ثلاثة أصناف Phases هى :

أ ـ زيت سائل .

ب ـ غاز أيدروجين .

جـ ـ عامل مساعد صلب .

وبهذا توجد عدة أسطح داخلية مختلفة تمر خلالها جزيئات الأيدروجين حتى تصل

إلى الروابط المزدوجة للجلسريدات الثلاثية غير المشبعة المدمصة على سطح العامل المساعد . وعندما تتشبع الروابط غير المشبعة فإن الجلسريد الثلاثى يتحرك بعيداً عن سطح العامل المساعد ليتمكن جزىء غير مشبع آخر من الإدمصاص هو الآخر ثم التفاعل .

ويعتمد معدل الهدرجة على :

١ ـ نوعية المواد المتفاعلة .

٢ ـ درجة تكرير الزيت الخاضع للهدرجة .

٣ ـ نشاط وطبيعة العامل المساعد .

بالإضافة إلى معايير التفاعل مثل :

ـ ضغط الأيدروجين .

ـ تركيز العامل المساعد .

ـ درجة حرارة التفاعل .

ـ التقليب .. إلخ .

والتى لها تأثير على نوعية المنتج المطلوب ، وعلى فنيى الإنتاج السيطرة على ظروف التشغيل لتحضير دهون تصنع خصيصاً لأغراض معينة .

الهدف من الهدرجة :

١ ـ هى أكثر الطرق انتشاراً واستخداماً لتعديل جميع الزيوت عن طريق خفض درجة عدم تشبع الأحماض الدهنية فى الجلسريدات الثلاثية .

ويستدل على ذلك بما يلى :

أ ـ ارتفاع درجة الانصهار .

ب ـ انخفاض الرقم اليودى .

جـ ـ زيادة محتوى الدهن الصلب .

وبتغير محتوى الدهن الصلب يحدث تغير فى المظهر من الصورة السائلة إلى الصورة الصلبة عند درجة حرارة الغرفة ، وحسب مدى الهدرجة ، يمكن تنوع تعديل محتوى الدهن الصلب أو صلابته . وبهذا تعدل الخواص الطبيعية فيستخدم الدهن فى تطبيقات

معينة أو فى مجالات أوسع

٢ ـ لإنتاج دهون تستخدم لأغراض خاصة .

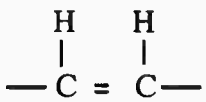
٣ ـ إمكانية استخدام الزيوت المهدرجة فى إنتاج زيوت القلى

٤ ـ زيادة ثبات الزيوت أو الدهون وحمايتها ضد تزنخ الأ

الأضرار الناتجة عن الهدرجة :

١ ـ تكون المتماثل الهندسى «ترانس» :

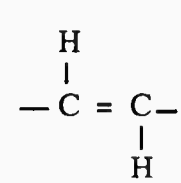
الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة طبيعياً فى الزيت أو الدهن تحتوى على رابطه مزدوجة واحدة أو أكثر غير مشبعة ، هذه الرابطة تتكون من ذرتين فقط من الأيدروجين متصلتان بذرتين متجاورتين من الكربون وموجودتان على نفس جانب المستوى المحتوى على الرابطة المزدوجة لذرتى الكربون ، ويسمى هذا الوضع بالصورة «سس» ـ انظر الشكل التالى.



الصورة «سس»

الموجودة فى الأحماض الدهنية الطبيعية غير المشبعة .

وأثناء الهدرجة نجد أن بعض الروابط المزدوجة غير المشبعة والتى لم تهدرج، تتحرك فيها إحدى ذرتى الأيدروجين ، وتنتقل إلى الجانب الآخر المضاد للمستوى المحتوى على الرابطة المزدوجة ، وتتماثل Isomerized ، إما هندسياً أو موضوعياً متخذة الصورة ترانس ، ويشار إليها بالأحماض الدهنية العابرة ترانس ، انظر الشكل التالى:



الصورة «ترانس»

الموجودة فى الأحماض الدهنية غير المشبعة التى لم تهدرج .

وتعتبر الزيوت المهدرجة مصدراً كبيراً لهذه الصور «ترانس» من الأحماض الدهنية غير المشبعة .

فعلى سبيل المثال ـ نجد أن حمض الأوليك الطبيعى يحتوى على رابطة مزدوجة واحدة على صورة سس يتماثل هندسياً أثناء الهدرجة ، ويتحول إلى حمض الأياديك المحتوى على رابطة مزدوجة واحدة على صورة ترانس .

وبطريقة مماثلة يحدث أيضاً التماثل الموضعى للأحماض الدهنية الأخرى .

٢ ـ زيادة عدد المتماثلات :

يزداد عدد المتماثلات بزيادة عدد الروابط المزدوجة فى سلسلة الحمض الدهنى .

ومن أمثلة المتماثلات الشائعة .

سس ـ سس

سس ـ ترانس

ترانس ـ سس

ترانس ـ ترانس

هذه المتماثلات الهندسية لها تأثير على زيادة صلابة الحمض الدهنى ، ويمكن تفسير ذلك بوضوح فى حمض الأوليك حيث نجد أن :

ـ حمض الأوليك (سس) يكون سائلاً عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة الغرفة .

ـ حمض الأياديك (ترانس) يكون صلباً حتى عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة .

ومن ثم فإن الزيوت السائلة المهدرجة يمكنها أن تظهر الخواص الطبيعية للدهن الصلب بسبب احتوائها الصورة ترانس العالية فى درجة الانصهار والتى تشارك عملياً فى محتوى الدهن الصلب للمنتجات الجاهزة .

٣ ـ هجرة الروابط المزدوجة «سس» إلى مواضع جديدة . فعلى سبيل المثال، نجد أن حمض الأوليك الطبيعى يحتوى على رابطة مزدوجة واحدة عند الموضع N9 ، وأثناء الهدرجة تنتقل إلى الموضع N5 ، N17 ، وحمض الأوليك الجديد يكون غير طبيعى ، وتمثيله الغذائى فى جسم الإنسان يمثل مشكلة إلى حد ما .

٤ ـ تنخفض نسبة حمض الليثوليك الضرورى لجسم الإنسان إلى درجة منخفضة جداً .

وحسب المواصفات الطبيعية والكيميائية التى يتصف بها زيت النخيل ومشتقاته نجد صلاحيتها للاستخدام فى صناعة المواد الغذائية وعدم الحاجة إلى الهدرجة .

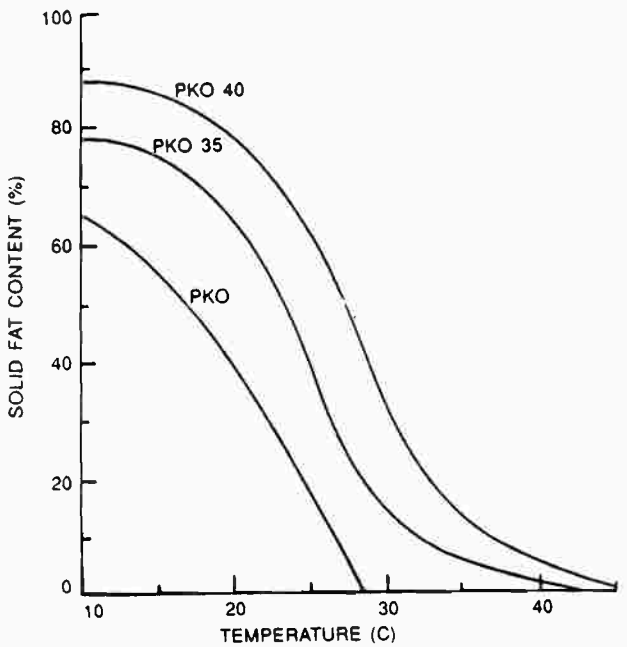
هدرجة زيت نوى النخيل

Hydrogenation of Palm kernel Oil

زيت نوى النخيل الذى له درجة انصهار ٢٧ ـ ٢٨° م يحتوى على ١٨ ٪ أحماض دهنية غير مشبعة .

وبإجراء عملية الهدرجة باستخدام العامل المساعد يمكن إنتاج مدى واسع ومفيد من مشتقات زيت نوى النخيل الصلبة ذات درجات الانصهار التى تتراوح ما بين ٣٢ ـ ٤١° م.

والشكل التالى بين محتوى الدهن الصلب لزيت نوى نخيل عند درجات مختلفة من الهدرجة .



PKO = Palm Kernel Oil
PKO 35 = Hydrogenated Palm Kernel Oil with SMP = 35C
PKO 40 = Hydrogenated Palm Kernel Oil with SMP = 40C

Figure 3. Solid Fat Contents of Palm Kernel Oil at Different Degrees of Hydrogenation

والجدول التالى يبين بعض الخواص الطبيعية لزيت نوى النخيل المهدرج .

صور زيت نوى النخيل المهدرج

	المنتج	زيت نوى نخيل مهدرج			
		٣٢	٣٦	٣٨	٤٠
	الرقم اليودى	٧,٣	٤,٥	٢,-	٠,٨
	درجة الانصهار	٣٣,٢	٣٧,١	٣٩,٣	٤١,-
محتوى الدهن الصلب	١٠م	٩٣,-	٩٤,٦	٩٥,٤	٩٥,٤
	١٥م	٩٠,٥	٩٣,٥	٩٤,٣	٩٤,٩
	٢٠م	٨٢,٣	٨٥,٢	٨٧,٧	٨٨,٧
	٢٥م	٥٣,٢	٦٠,٤	٦٦,٥	٦٨,٤
	٣٠م	١٦,٥	٢٧,٩	٣٥,٦	٣٦,٨
	٣٥م	٤,٣	٧,٢	١٢,-	١٣,٧
	٤٠م	١,٣	١,٥	٥,٢	٥,٧

ويبين الجدول التالى بعض الخواص الطبيعية لأولين نوى النخيل المهدرج .

صور أولين نوى النخيل المهدرج

	المنتج	أولين نوى نخيل مهدرج			
		٣٢	٣٦	٣٩	٤٠
	الرقم اليودى	١٠,٧	٨,٣	٧,٩	٤,٨
	درجة الانصهار	٣٣,٢	٣٦,٥	٣٩	٤٠,٨
محتوى الدهن الصلب	١٠م	٩١,٤	٩٢,٧	٩٣,٣	٩٣,٤
	١٥م	٨٥,٤	٨٩,٦	٨٩,٩	٩٢,-
	٢٠م	٦٦,٩	٧٤,٢	٧٦,٣	٨١,٤
	٢٥م	٣٨,٣	٥٠,٢	٥٣,٦	٥٨,١
	٣٠م	١٦,٦	٢٤,٣	٢٩,٢	٣١,-
	٣٥م	٣,٨	٩,٢	١٢,١	١٣,٩
	٤٠م	—	—	٤,٥	٥,٧

كما يبين الجدول التالى بعض الخواص الطبيعية لأستيارين نوى النخيل المهدرج .

صور أستيارين نو ى النخيل المهدرج

		أستيارين نوى النخيل			
	الرقم اليودى	٠,٣	٠,٣	٠,٣	زبدة الكاكاو
محتوى الدهن الصلب	١٠م	٩٦,٢	٩٧,-	٩٥,٤	٩٢,٢
	١٥م	٩٥,٩	٩٦,٥	٩٥,١	٨٦,٢
	٢٠م	٩٥,٢	٩٦,١	٩٤,٦	٧٤,٨
	٢٥م	٨٨,١	٩٣,٢	٨٨,-	٤٢,
	٣٠م	٤٨,٢	٥٦,٤	٤٦,٥	١٣,٥
	٣٥م	٣,٥	٣,٧	٢,٣	—
	٤٠م	--	—	—	—